

6. 21 ATA (He-N₂-O₂) 下でのヒトの終夜睡眠の NREM 期, REM 期の心拍数について

関 邦博* 中山 英明*

〔序 文〕

飽和潜水に付随する問題として、ダイバーの過度の疲労が作業遂行に支障をきたし、事故発生の要因にもなっている。(FRUCTUS, 1978) ダイバー疲労の中でも特に睡眠障害を示す訴え頻度の増加が、ダイバーの内観調査から判明した。これらの特徴として、「ねむい」「横になりたい」「全身がだるい」「あくびが出る」「起床時の気分がよくない」などが顕著にみられた。

(SEKI 1976)このような観点から、ダイバーの睡眠相の把握は、とりもなおさず、ダイバーの睡眠障害については、ダイバー疲労の構造の解明に寄与するものと思われる。海洋科学技術センターが1977年1月から12月にかけて200 mまでの飽和潜水実験を行った。この実験中でもダイバーの睡眠障害の訴えがみられた。この実験期間中の4名のテスト・ダイバーの睡眠相をポリグラフを用いて記録した。本稿では、生体の自律神経系の興奮水準の一示標として用いられている心拍数の特性を取り上げた。日中の覚醒時の心拍数は、心理的事象の変動がはげしいため除き、心理的事象の変化のない終夜睡眠中の心拍数を特に取り上げ、常圧と高圧環境下の変動をみた。

〔方 法〕

海洋科学技術センター内に設置されている潜水シミュレーター装置の内、3つのチェンバーを使用して実施した。200 mの飽和潜水実験に先だって、4日間の2 ATA (He-N₂-O₂) 予備飽和潜水実験を行った。この目的は、21 ATA

(He-N₂-O₂) の環境下での、P_{O₂} = 0.4 atm と P_{N₂} = 0.79 atm の環境ガス組成を同一条件に保持して、P_{He} の分圧上昇だけの影響をみることにあった。この実験終了後、一週間おいて、3日間の事前観察(1 ATA, 空気), その後16 ATAまでの毎時10 mの加圧速度による加圧を行った。16 ATAに7日間滞在しその後21 ATAまで加圧した。この深度で3日間滞在した後、減圧を開始し減圧期間は8日間であった。その後常圧(1 ATA, 空気)下で3日間の事後観察を行った。このダイブ・プロファイルは、Fig-1に示した。

この実験期間中のテスト・ダイバー4名の23:00消燈から翌朝の7:00点燈(採血日は06:30点燈)までの、心電図(ECG, ピックアップ電極を使用し、CM 5の胸部双極誘導)、脳波(EEG)、電気眼球図(EOG)、オトガイ筋電図(EMG)、呼吸曲線(R・R)、直腸温を計測した。記録計は、日本光電の13ch脳波計を使用した。記録速度は1.5 cm/secとした。心拍数は、ECGのR-R間隔により計測した。睡眠相は、RECHT-SCHAFFEN & KALES (1968)の方法による1分間隔の視察評定により行った。被検者4名の身体的特徴をFig 2に示した。

〔結 果〕

実験期間中の4名の被検者の終夜睡眠中のREM期, NREM期の心拍数の変化をFig-3に示した。

被検者4名の実験期間中を事前観察期, 2 ATAの保圧期, 16 ATAの保圧期, 21 ATAの保圧期, 減圧期, 事後観察期の6期間に分割しその間のREM期, NREM期の平均値をTable

* 海洋科学技術センター潜水技術部

1とFig-4に示した。

被検者4名の常圧下(1 ATA, 空気)での仰臥安静位(20:30)の心拍数は、61/min またREM期では56, NREM期では53を示した。2 ATA (He-O₂-N₂)の環境下での、20:30の計測値は、55/min, と既に顕著な徐脈を示した。ちなみにREM期では、52/min, NREM期49/minを示している。この徐脈は16 ATA, 21 ATA, 減圧期を通じて同一傾向がみられた。高圧環境(He-N₂-O₂)下と常圧(1 ATA, 空気)下でのREM期, NREM期の心拍数には有意な差がみられた。事前観察期, 事後観察期にも有意差がみられた。事後観察期に高い値を示したのは、高圧環境下への暴露の後効果と思われる。実験期間中4名の終夜睡眠における心拍数の異常はみられなかった。

〔考察〕

常圧環境下(1 ATA, 空気)でのREM期とNREM期の心拍数に有意な対応があることは、ASERINSKY & KLEITMAN (1955), IWAMURA (1967)らによって報告されている。

今回の実験結果からも事前観察期, 事後観察期を通じて同一傾向を示した。また高圧環境下2 ATA, 16 ATA, 21 ATA (He-N₂-O₂)でも同一傾向を示し、互に有意な対応があることを見出した。常圧環境下と高圧環境下、とくに2 ATA (P_{He}=0.8 atm, P_{N₂}=0.79 atm, P_{O₂}=0.4 atm), 16 ATA, 21 ATA, 減圧中の環境下では心拍数は徐脈を示し、また心拍数値も同一値を保持した。この結果から、He分圧の上昇は、徐脈亢進に関与しないことを示唆するものである。しかし心拍数の変動に関与する自律神経系の交感神経系と副交感神経系は常に拮抗作用を持っている。心拍数の減少は、交感神経系のβ受容体のAdrenergic作動性の抑制、L-DOPA, Serotonin, Catecholamineの関与など、また反面、副交感神経系のCholinergic作動性の亢進などが考えられるが今後、神経化学的な分野からの研究も合わせて行う必要がある。

〔結語〕

1. 常圧と比較してREM期, NREM期とも2 ATA, 16 ATA, 21 ATA (He-N₂-O₂)環境下では有意な徐脈がみられた。この徐脈の心拍数値には変動がなかった。
2. 常圧下と高圧環境下でもREM期とNREM期で心拍数に有意差がみられた。
3. 常圧下の事前観察期と事後観察期では有意差がみられた。
4. He分圧上昇にともなう心拍数の徐脈傾向は平行線的で変化はみられなかった。

本実験を行うにあたって御協力を賜った潜水技術部長松茂暢部長, 村井徹主幹, 神田主幹, 4名のテスト・ダイバー越智俊夫, 坂本信義, 山田 稔, 福井 勉殿並びに潜水技術部, 研修部一同の諸氏に深謝致します。

文 献

1. Aserinsky, E. and Kleitman, N.: Two types of ocular motility occurring in sleep. *J. Appl. Physiol.* 8 : 1-10, 1955.
2. Fructus, X.: La plongée profonde. *Science et vie.* N. 128, pp 66-75, 1978.
3. Iwamura, Y., Uchino, Y. and Kidokoro, Y.: Blood pressure and heart rate changes during para-sleep in vagotomized and atropinized cats. *Brain Res.* 7 : 182-190, 1968.
4. Rechtschaffen, A. and Kales, A.: A manual of standardized terminology. Techniques and scoring system for sleep stage of human subjects. Washington D. C., U. S. Government Printing Office, 1968.
5. Seki, K.: Etude d'ergonomie hyperbare. Fatigue subjective et dégradations sensorielles en plongée fictive à saturation. (31, 40, 51 et 62 ATA; binaire et ternaire). Thèse Science, Université d'Aix-Marseille I, pp. 1-317, 1976.

HEART RATE OF REM AND NREM

SEADRAGON-II Nov. 1977

	PRE-DIVE AIR 1 ATA		CONFINEMENT HELIOX 2 ATA		SATURATION HELIOX 16 ATA		SATURATION HELIOX 21 ATA		DECOMPRESSION HELIOX 21 ATA - 1 ATA		POST-DIVE AIR 1 ATA	
	REM	NREM	REM	NREM	REM	NREM	REM	NREM	REM	NREM	REM	NREM
NUMBER OF SAMPLES	960	3514	1179	4149	2707	10113	1081	3742	3007	9995	1105	3749
MEANS OF HEART RATE (Beats/Min.)	56.1	53.5	52.2	48.8	51.9	49.3	51.8	48.6	53.7	50.2	58.9	57.9
S.D.	4.2	4.7	4.1	4.3	4.0	4.2	4.5	4.1	5.0	4.9	5.1	6.2
SIGNIFICANT AT A LEVEL	p < 0.01		p < 0.01		p < 0.01		p < 0.01		p < 0.01		p < 0.01	

Table-1, 4名の被検者の終夜睡眠における事前観察期, 2 ATA, 16 ATA, 21 ATA, 減圧期, 事後観察期の平均心拍数と有意水準。

DIVE PROFILE

SEADRAGON - II (21ATA)
NOV. 1977

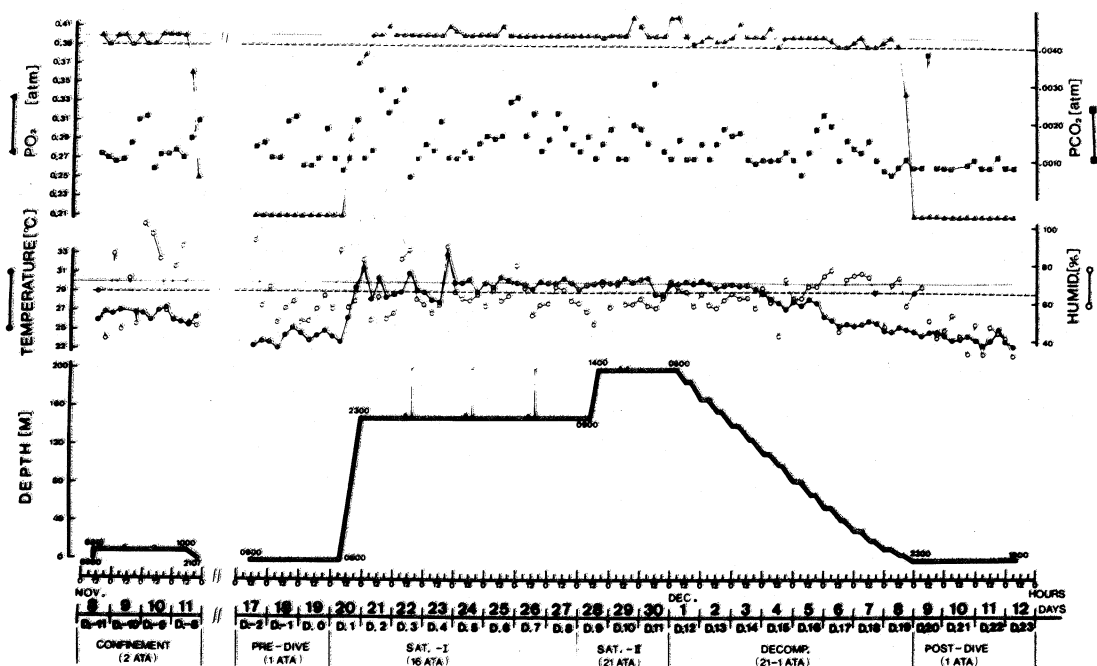
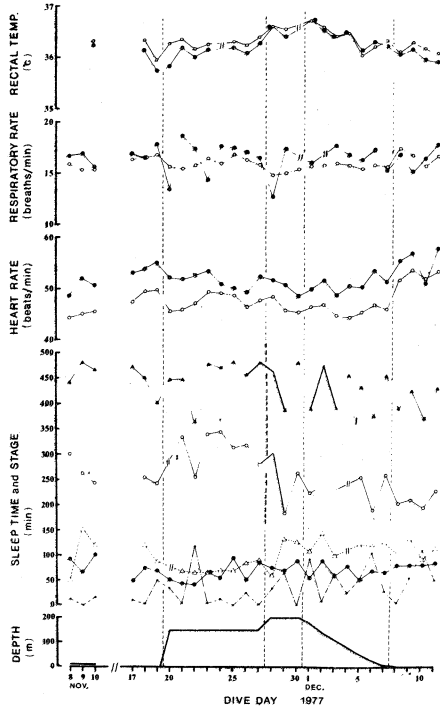
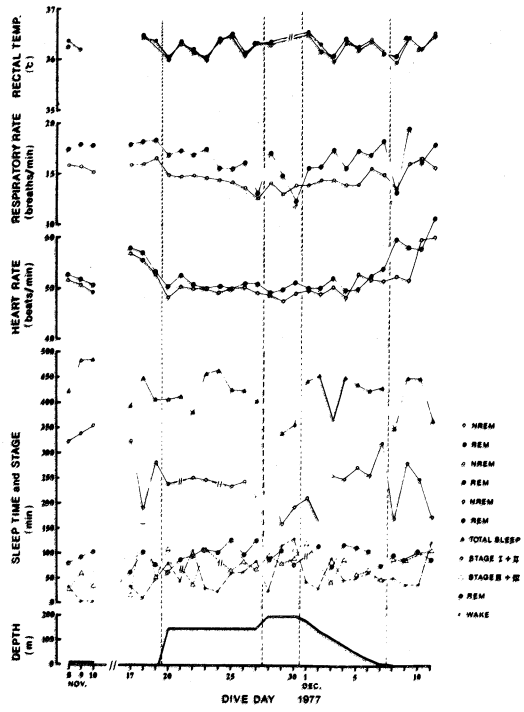


Fig.1 21ATAの潜水シミュレーション実験におけるダイブ・プロファイル。

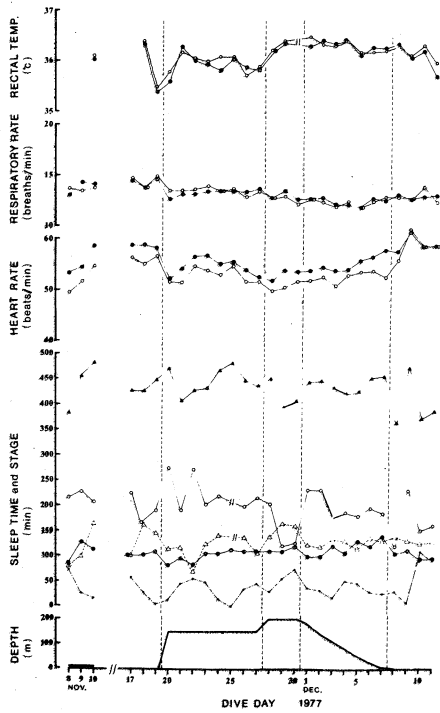
Subject A



Subject C SEADRAGON-II Nov. 1977



Subject B



Subject D

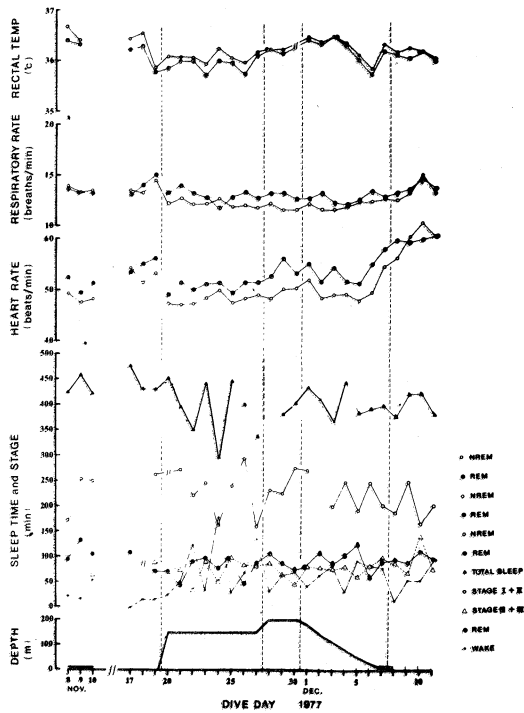


Fig.3 4名の被検者別の終夜睡眠中の睡眠時間及びREM期, NREM期の心拍数, 呼吸数, 直腸温の平均値。

Physical characteristics of subjects

SEADRAGON-II		1977		
Subject	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	Surface Area (m ²)
A	34	182.0	86.0	2.10
B	35	163.0	61.0	1.67
C	34	168.4	61.0	1.71
D	38	170.5	69.7	1.83

Fig.2 4名の被検者の身体的特徴

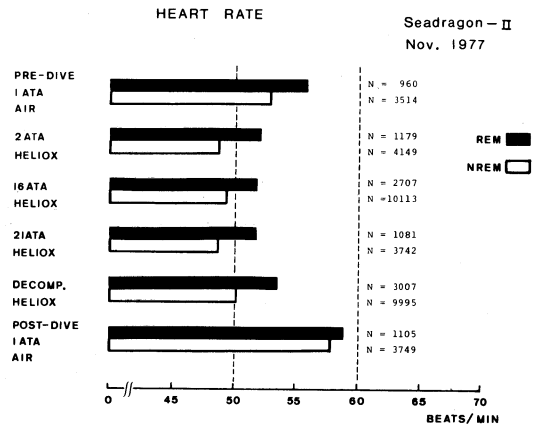


Fig.4 4名の被検者の終夜睡眠における事前観察期, 2ATA, 16ATA, 21ATA, 減圧期, 事後観察期の平均心拍数